

Formación en técnicas de evaluación del estado del manto nivoso y herramientas de predicción operativa del peligro de aludes.

Becario: José Antonio Vada
Tutor: José Ismael Sanambrosio

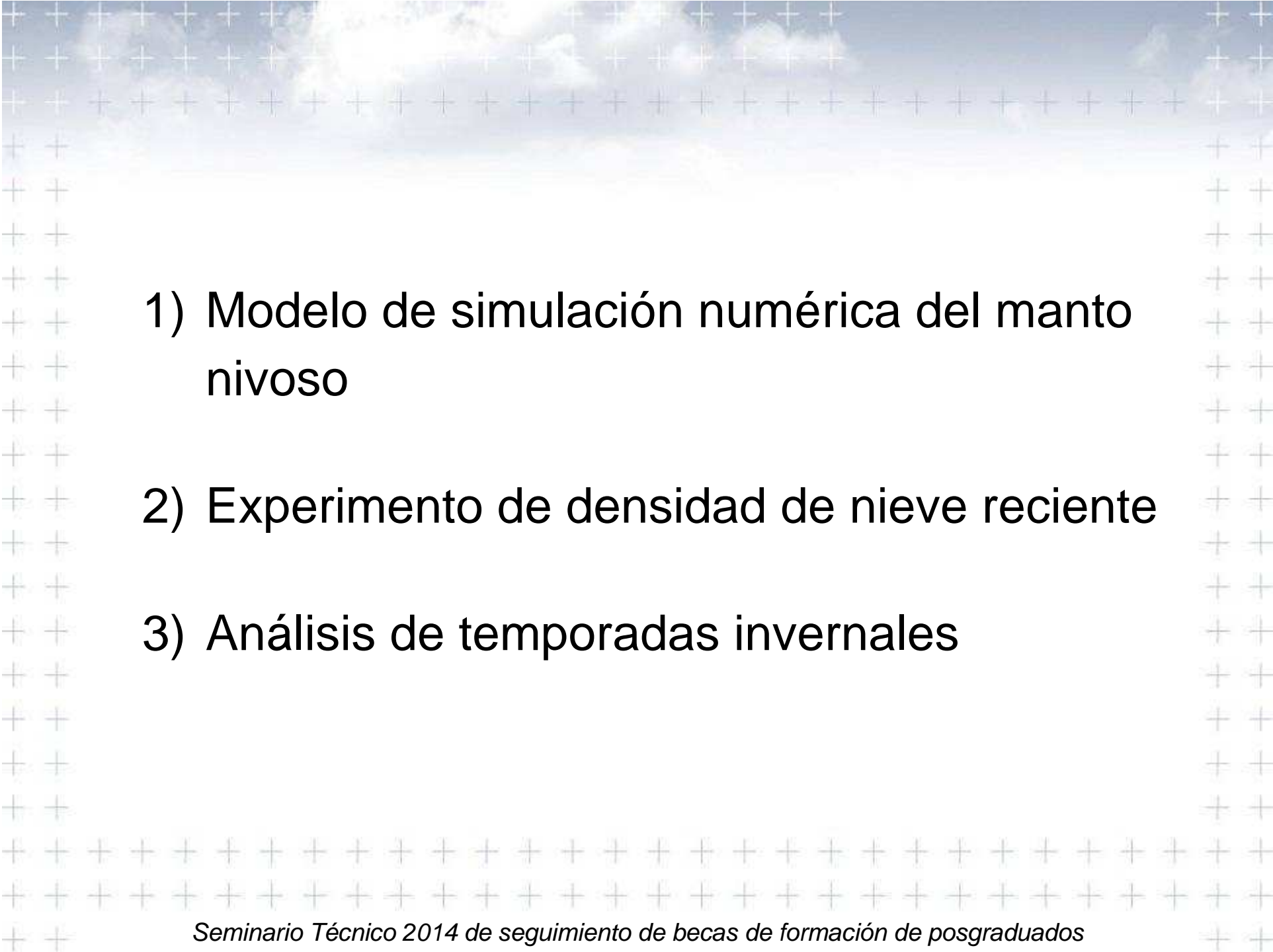
Delegación Territorial de AEMET en Aragón

Seminario Técnico 2014 de seguimiento de becas de formación de posgraduados



Objetivos de la Beca

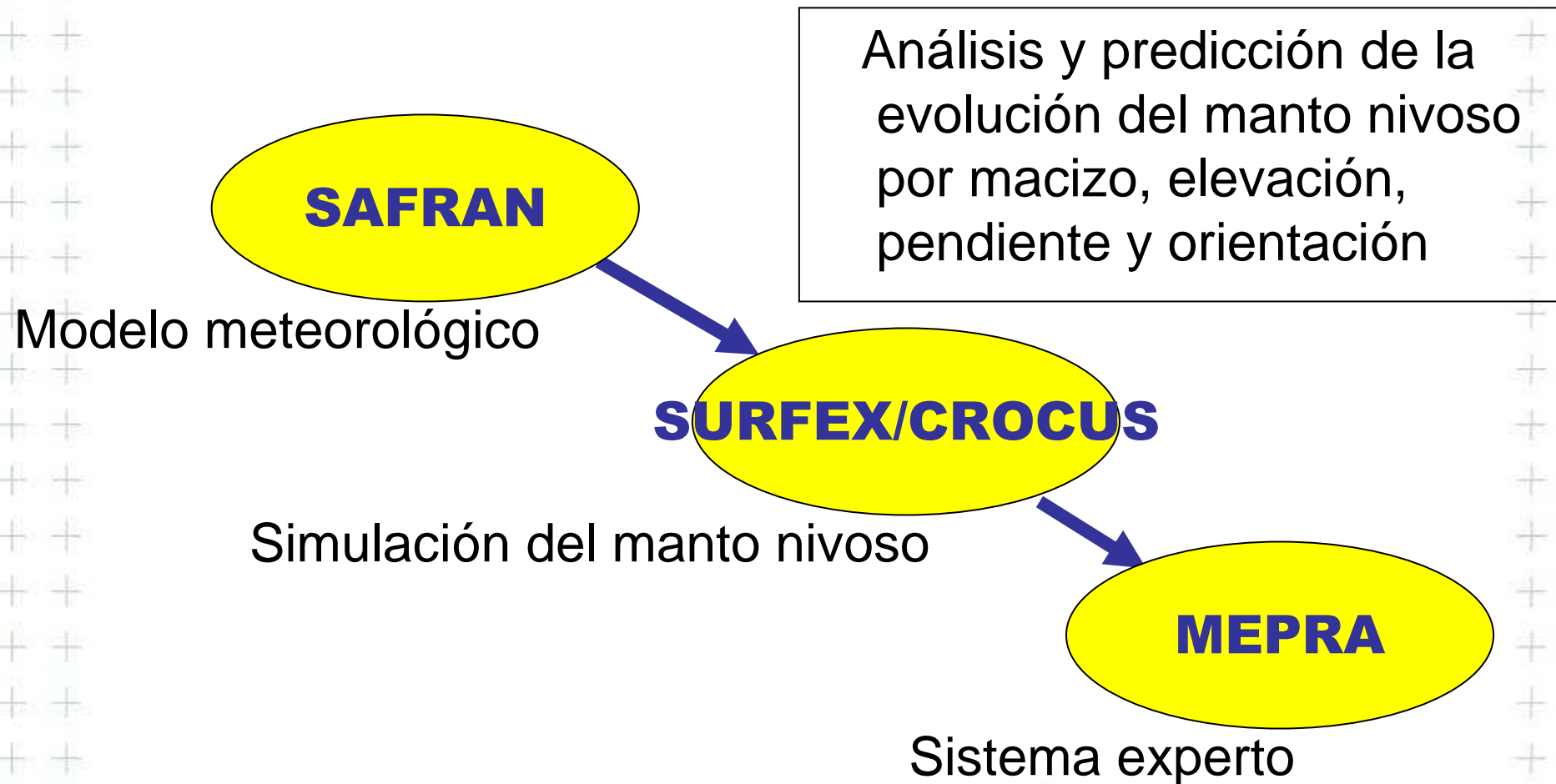
- Adaptar el modelo francés de simulación del manto nivoso a las características del proceso de predicción operativa y la red nivológica española.
- Analizar la calidad de los datos de observación y validar las simulaciones numéricas.
- Seguimiento y verificación de los distintos productos operativos.

- 
- 1) Modelo de simulación numérica del manto nivoso
 - 2) Experimento de densidad de nieve reciente
 - 3) Análisis de temporadas invernales

Modelo de simulación del manto nivoso

- Herramienta de predicción operativa del peligro de aludes a escala de regional.
- En colaboración con Meteo-France.
- Se basa en el esquema de suelo y nieve SURFEX-CROCUS.
- Forzamiento del modelo con datos meteorológicos de HARMONIE.
- Validación del modelo y puesta a disposición de los predictores operativos.

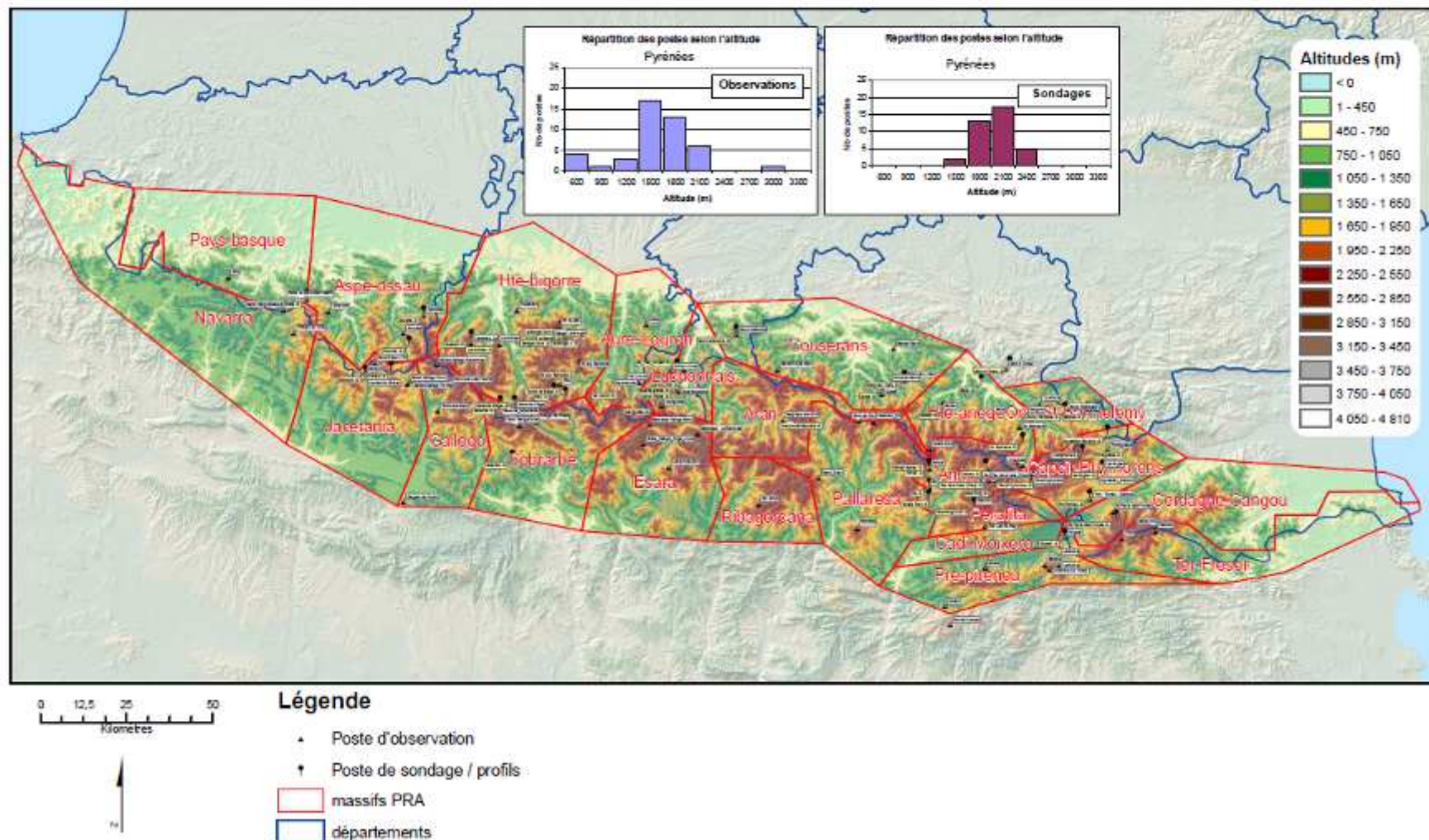
Cadena operacional francesa



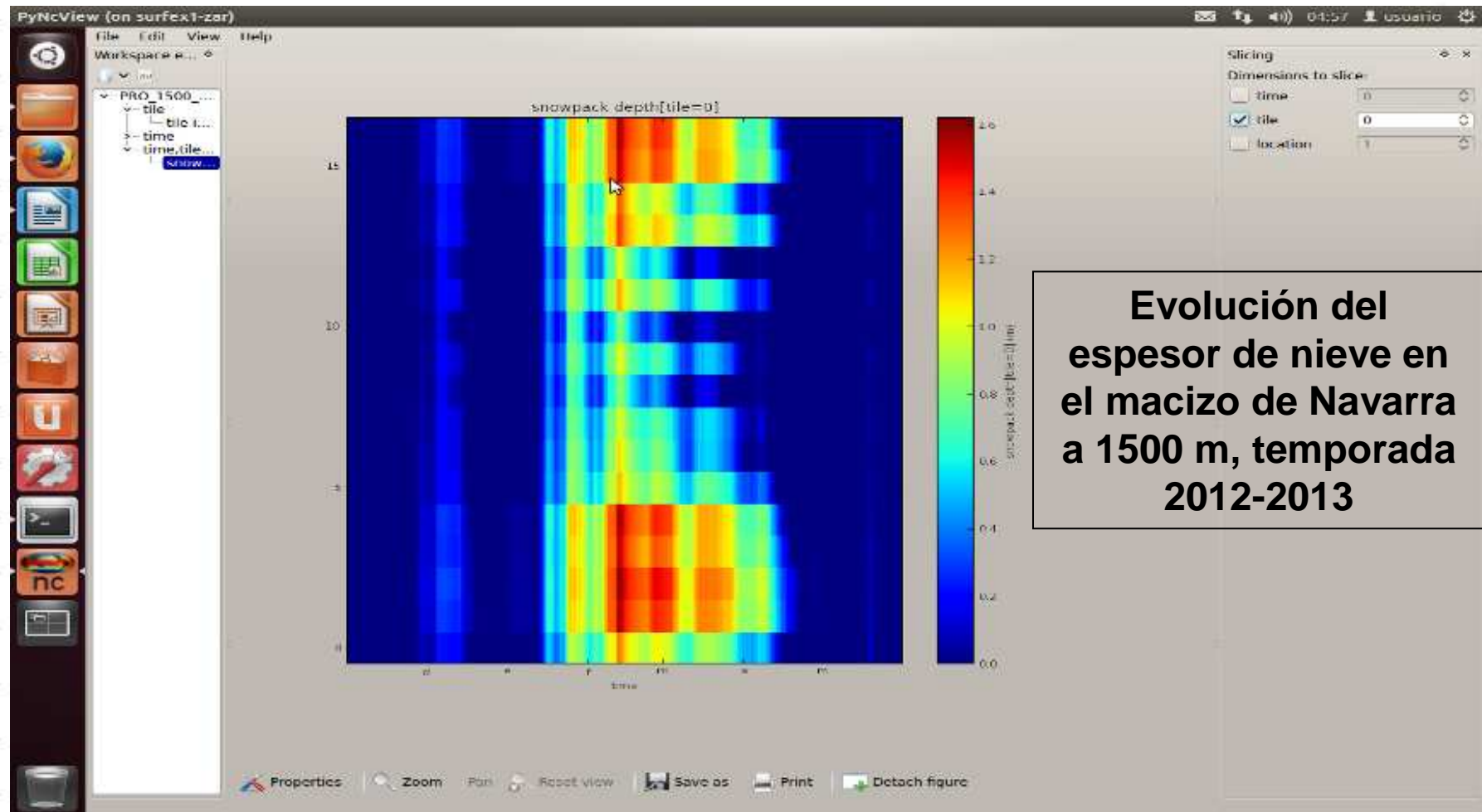
1. Modelo de simulación numérica del manto nivoso

Réseau d'observations nivo-météorologique

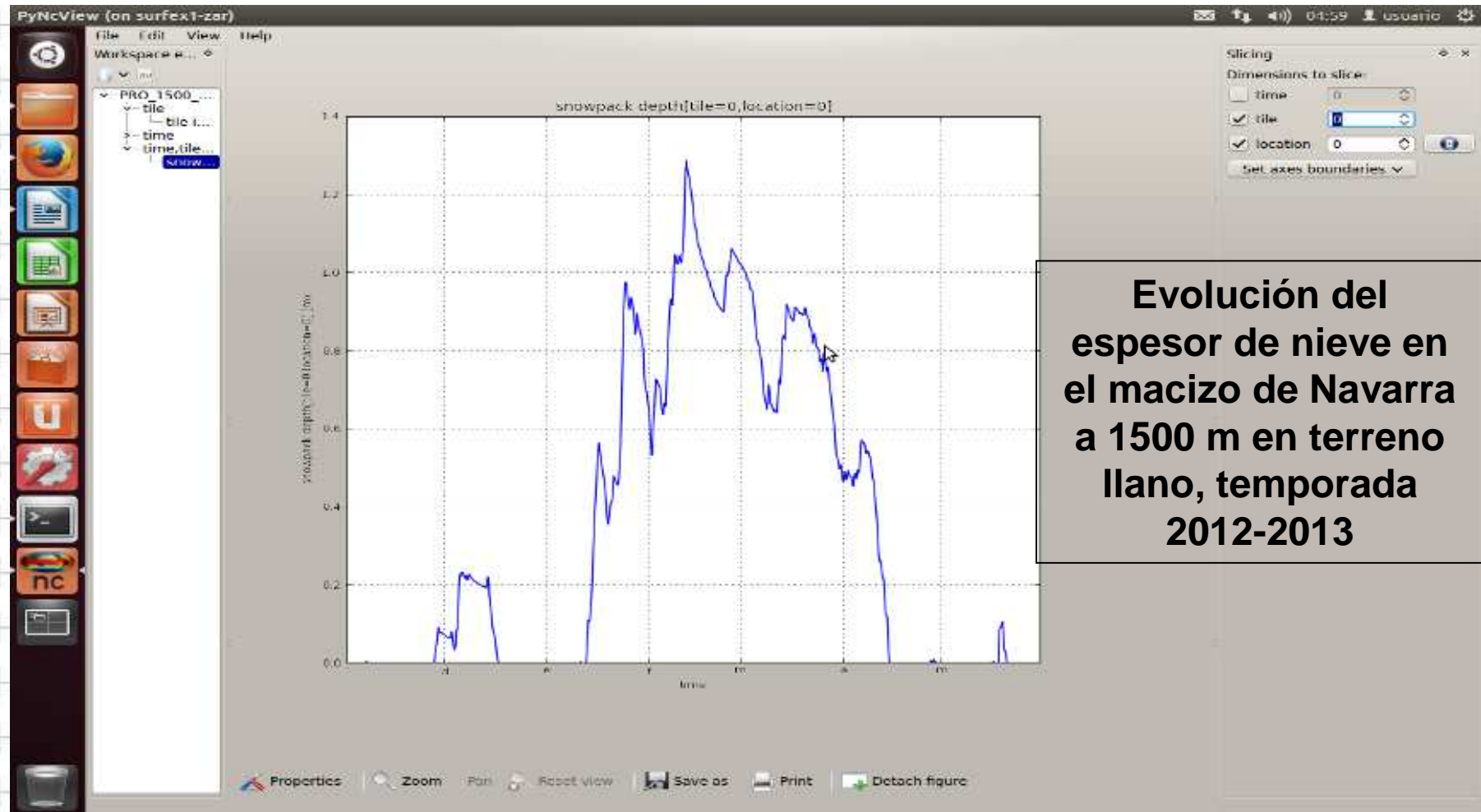
Pyrénées



Surfex/Crocus. Resultados (1)

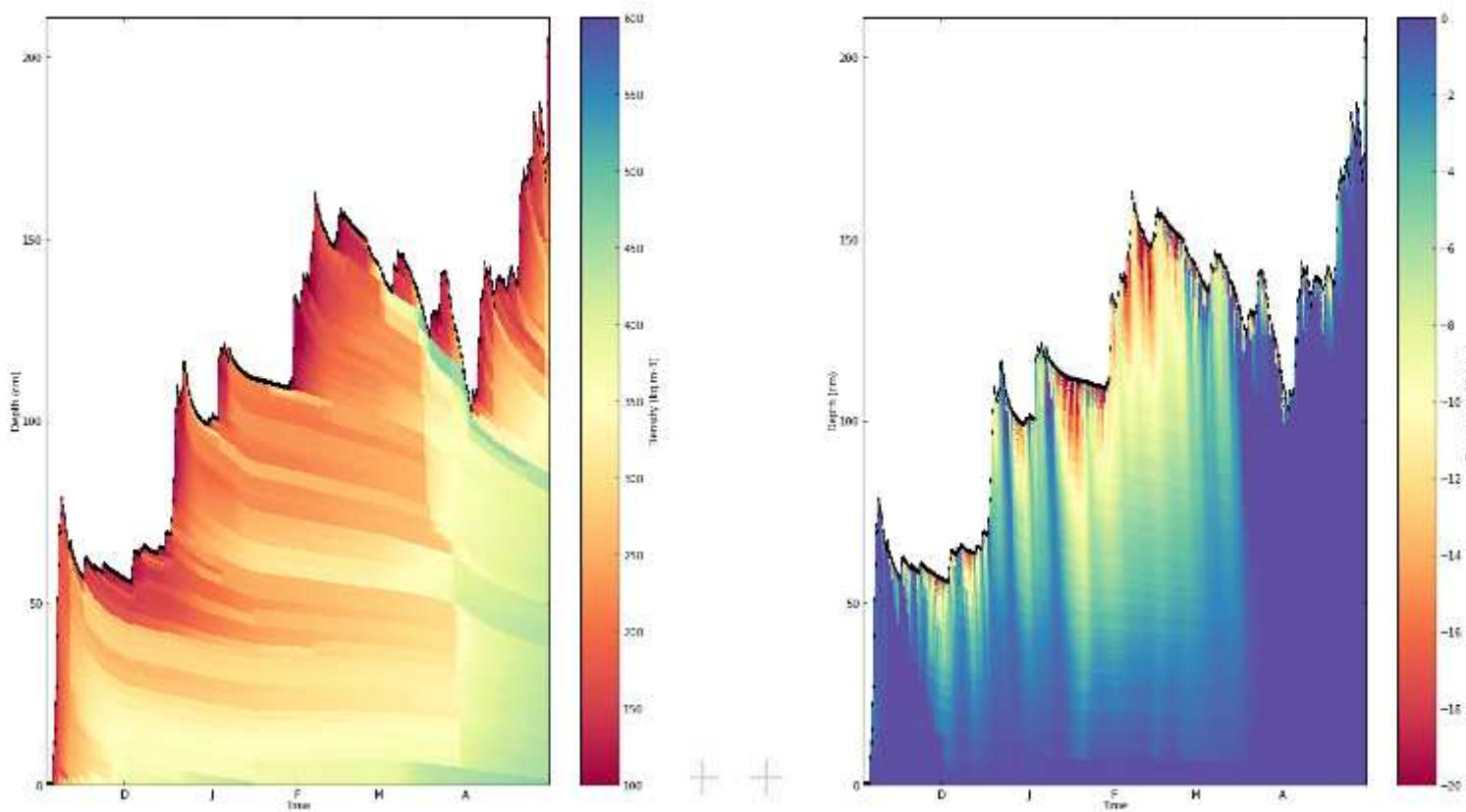


Surfex/Crocus. Resultados (2)



Surfex/Crocus. Resultados (3)

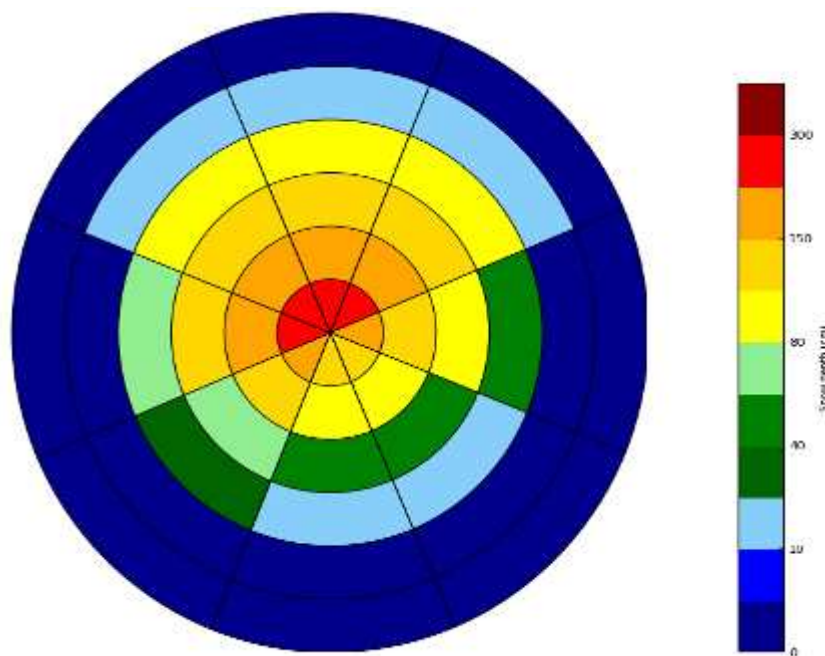
Evolución del espesor de nieve + DN (izq.) y T^a (dcha.) en el macizo de Gállego a 2400 m en llano, temporada 2011-2012,



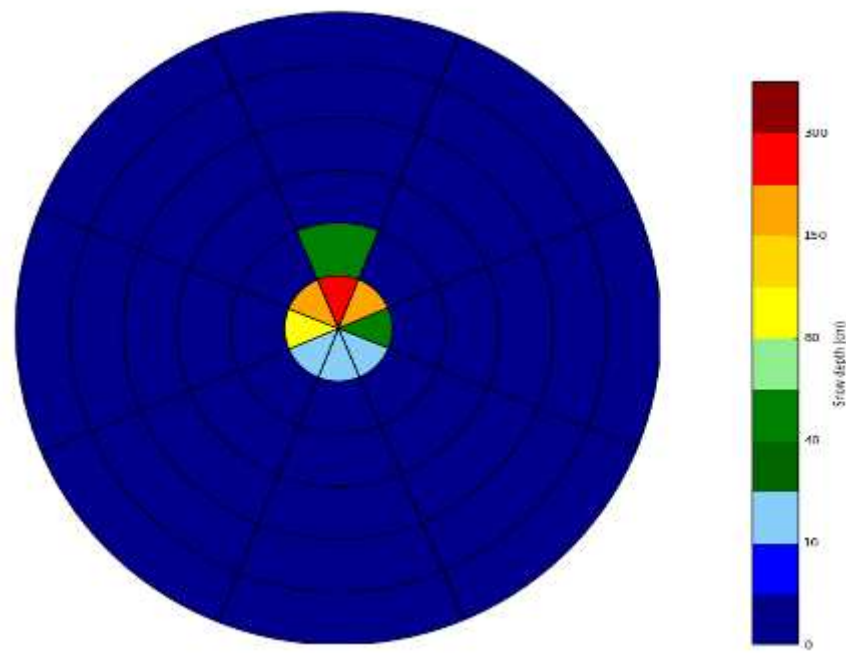
Surfex/Crocus. Resultados (4)

**Espesor de nieve en el macizo de Navarra por altitudes
(600 a 2100 m), 40°, 18/02/2013**

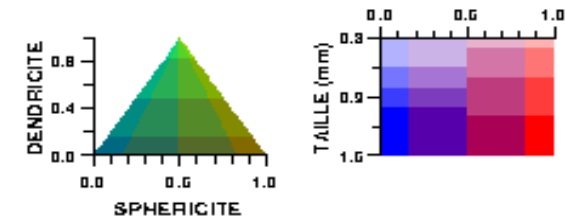
18/02/2013



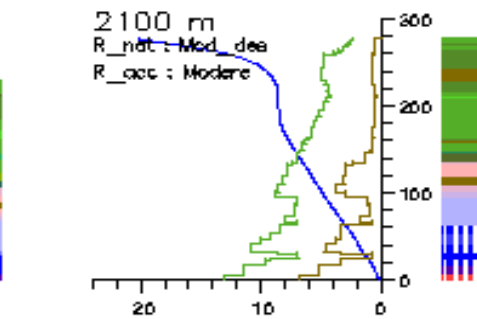
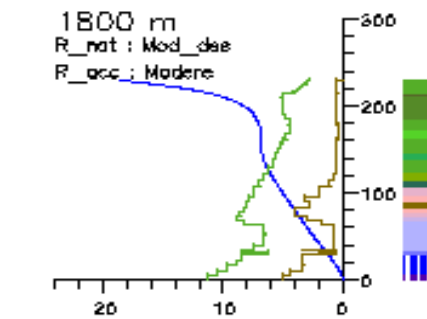
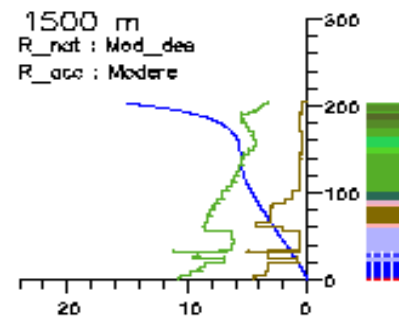
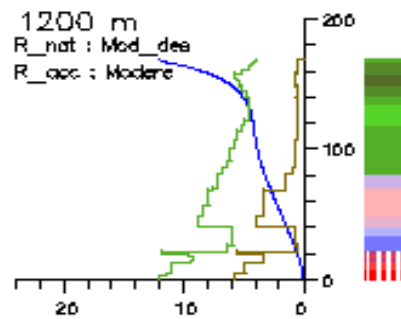
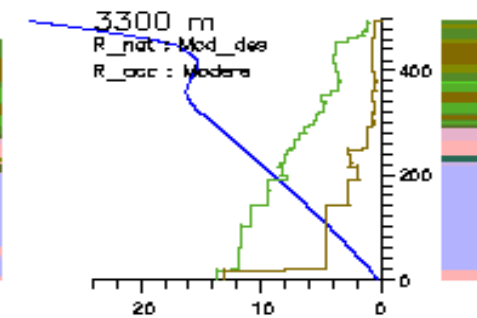
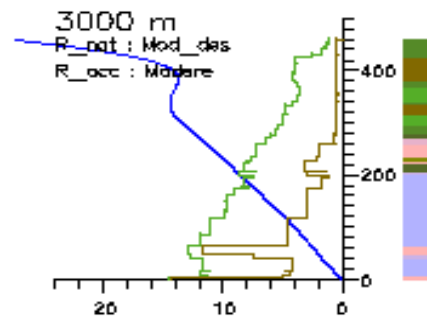
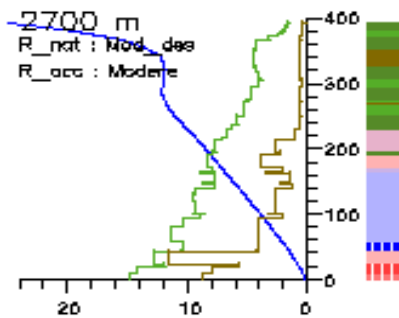
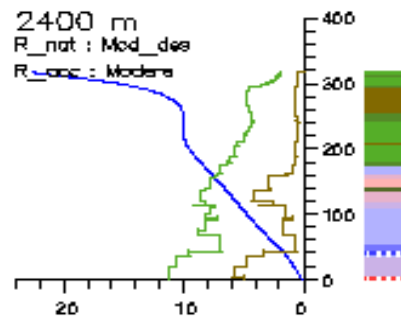
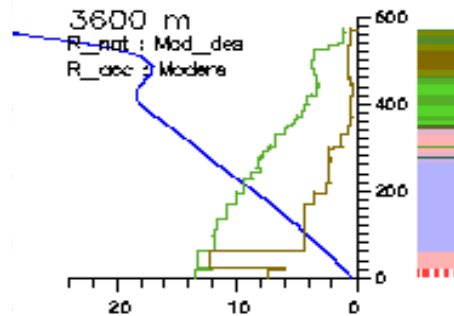
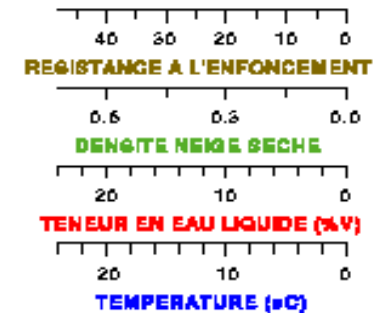
31/05/2013



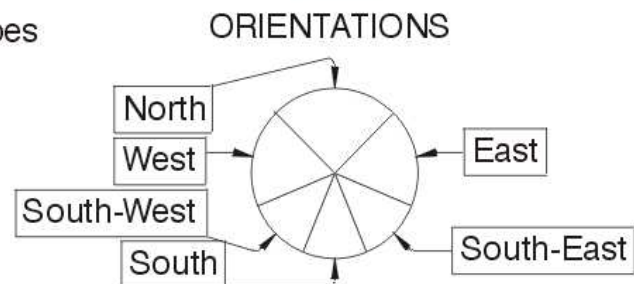
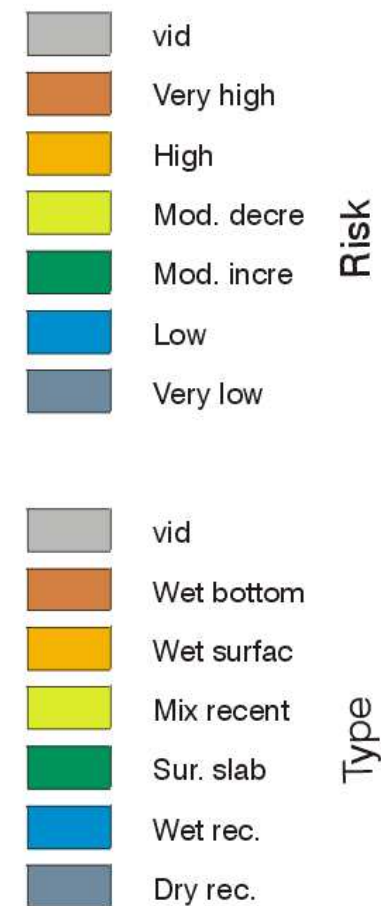
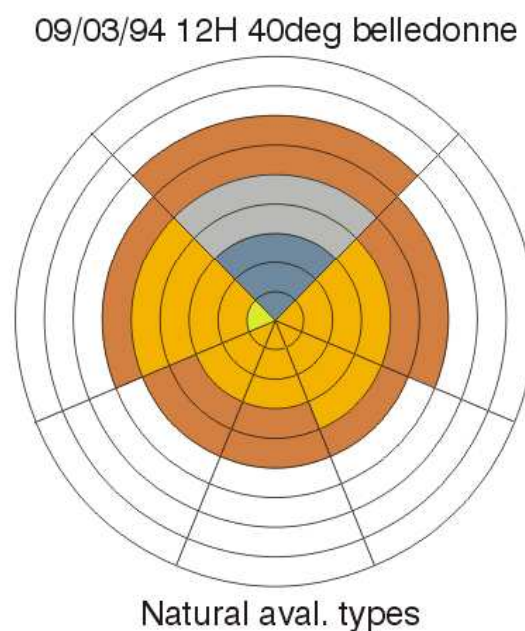
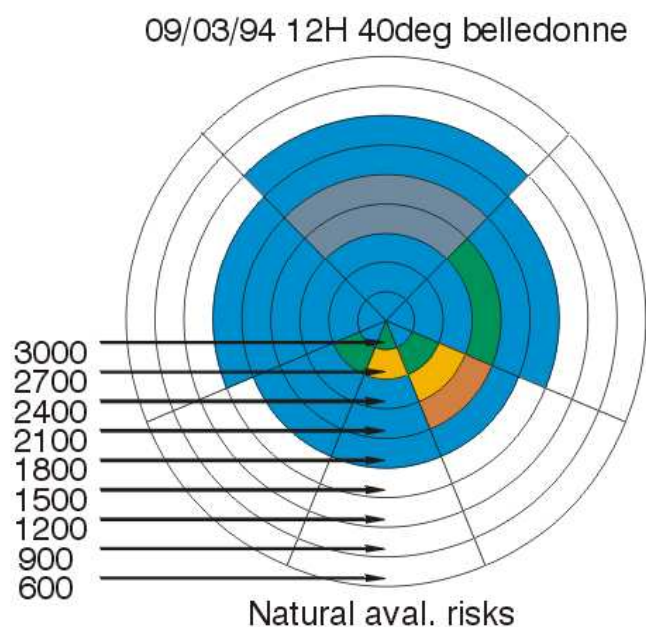
1. Modelo de simulación numérica del manto nivoso



Surfex/Crocus Resultados (5)

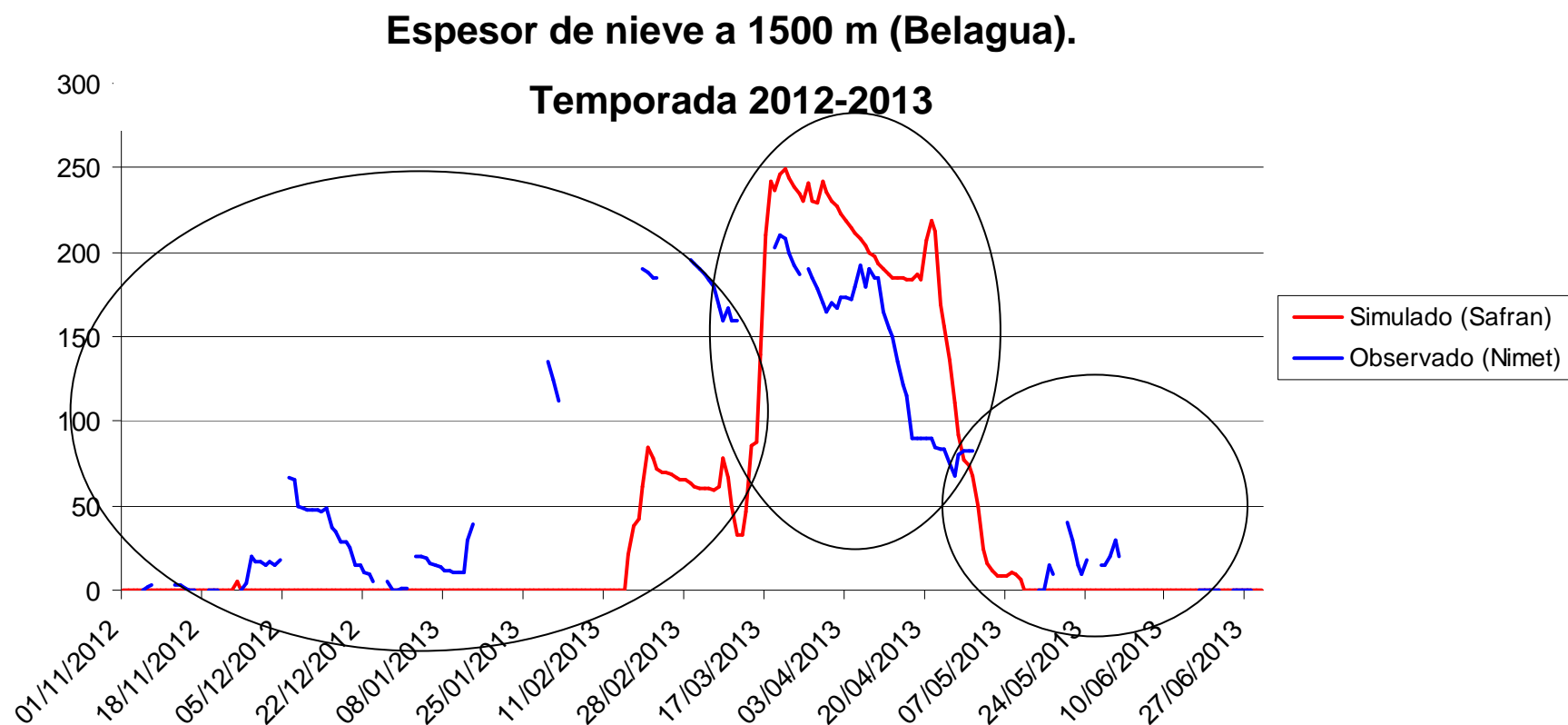


Mepra resultados



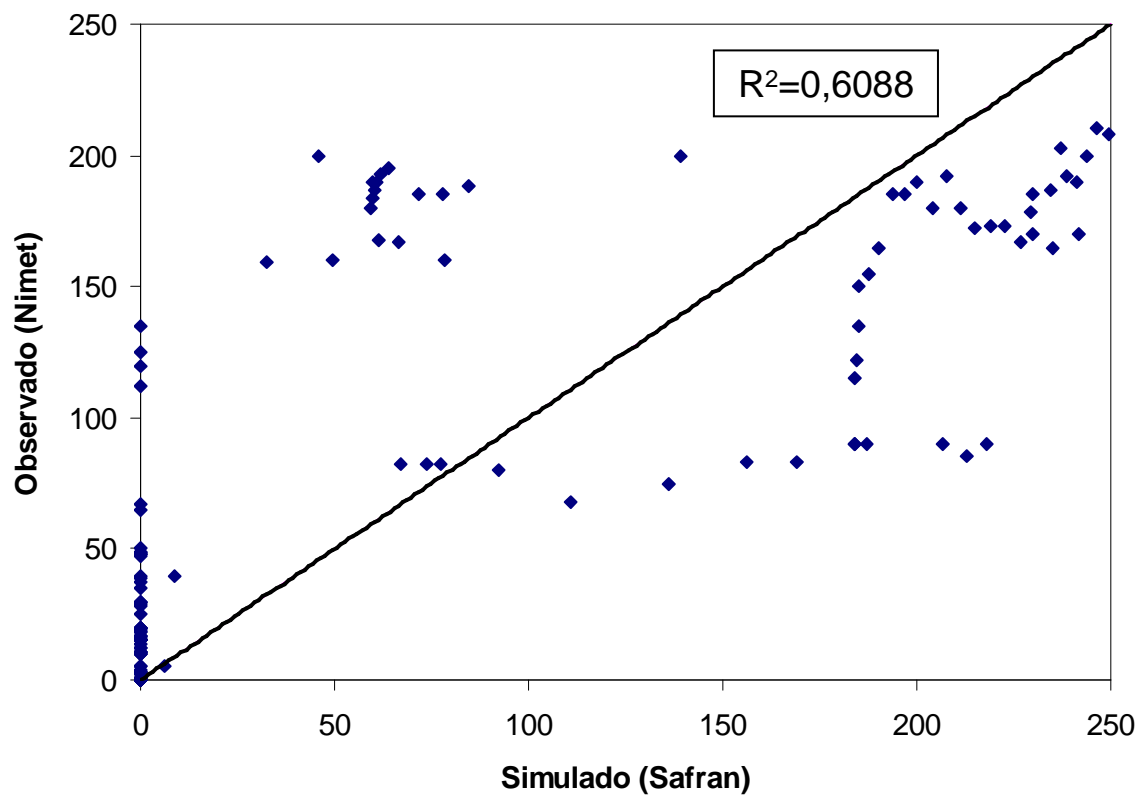
Representación gráfica (altitudes/orientaciones) del módulo MEPRA sobre el peligro de aludes en una situación típica de primavera en los Alpes franceses (9 March 94, 12 UTC)

Surfex/Crocus. Validación (1)



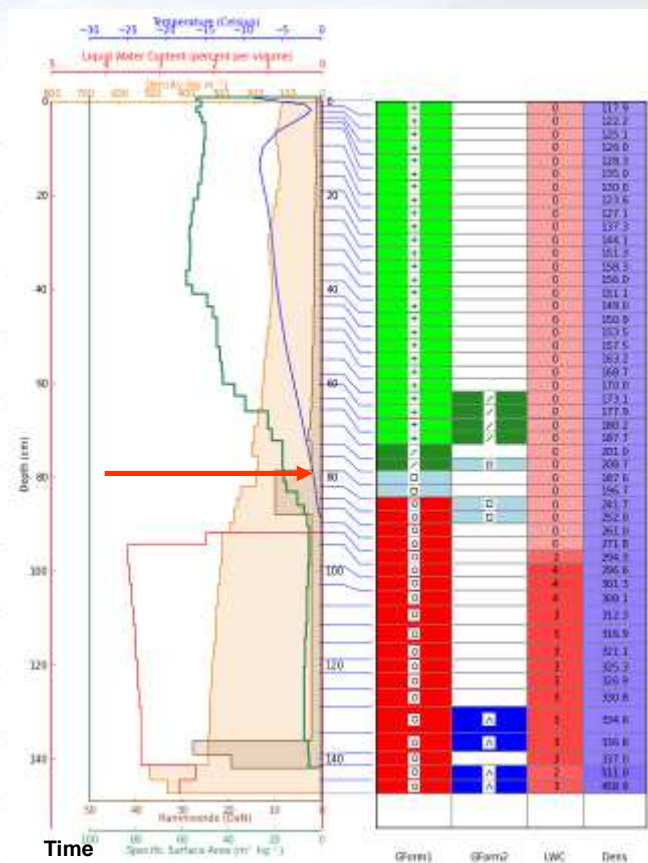
Surfex/Crocus. Validación (2)

**Espesor de nieve a 1500 m (Belagua).
Temporada 2012-2013**



1. Modelo de simulación numérica del manto nivoso

Simulado



Time
At : 2013-01-25T12:00:00+01:00

Location

Name : Enavarra

ObsPointSubType : SCM

Elevation : 2100 m

Aspect (deg) : 180

Slope angle : 20.0

Point location : 42.87611 / -1.07132

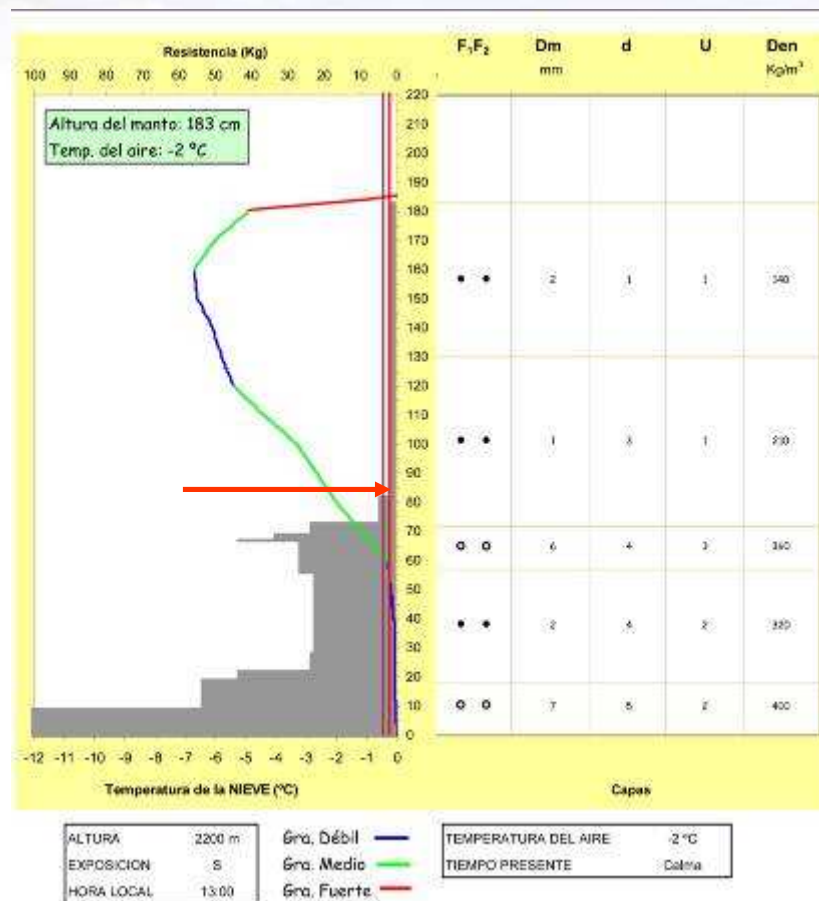
Global informations

Height of the snowpack (cm) : 147.228753567

Snow water equivalent of the snowpack (mm) : 342.115

Profile depth (cm) : 147.228753567

Observado



Time

At : 2013-01-25T12:00:00+01:00

Location

Name : Refugio Respomuso (Ejacetania)

Elevation : 2200 m

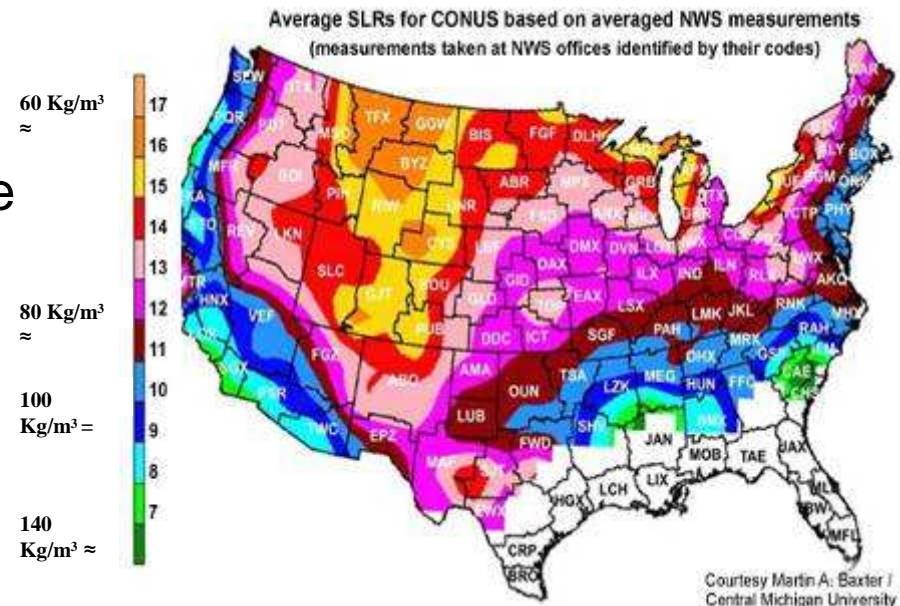
Aspect (deg) : 180

Conclusiones y perspectivas

- Potente herramienta para modelizar la evolución del manto nivoso: meteo, nieve, estabilidad, peligro
- En constante desarrollo, lo que supone contacto permanente con la comunidad científica
- Verificaciones estadísticas del modelo forzado con Safran
- Forzamiento de Surfex/Crocus con Harmonie (faltan algunas variables necesarias como *inputs*)
- Validaciones y verificaciones
- ...

Experimento de densidad de nieve reciente

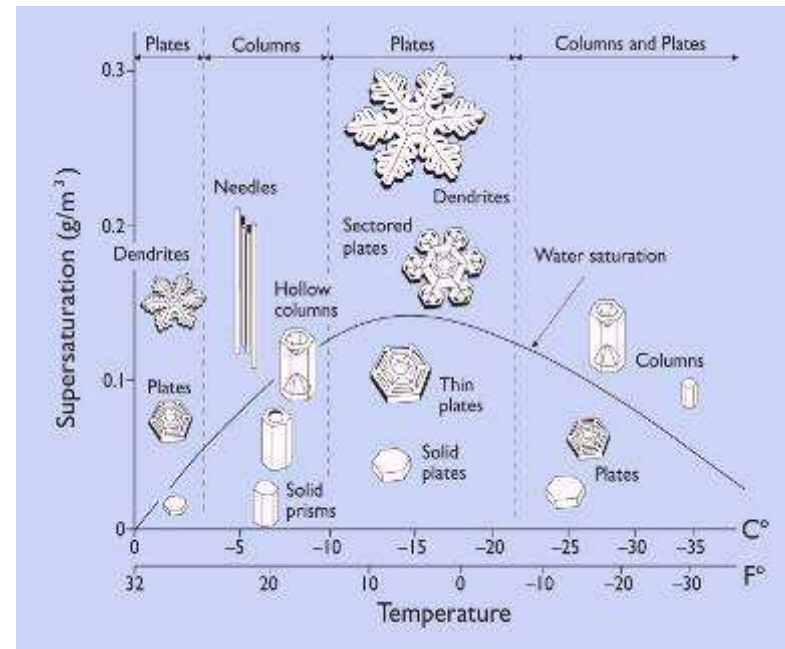
- Mejorar el conocimiento de los fenómenos de precipitación en forma sólida
- Identificar el carácter distintivo de la nieve reciente en el Pirineo y establecer distribuciones espaciales de sus distintos tipos
- Correlacionar los resultados con estructuras sinópticas
- Archivo de datos de observación para validar modelos numéricos de superficie



2. Experimento de densidad de nieve reciente

- En el momento de la nevada, la **densidad de la nieve depende:**

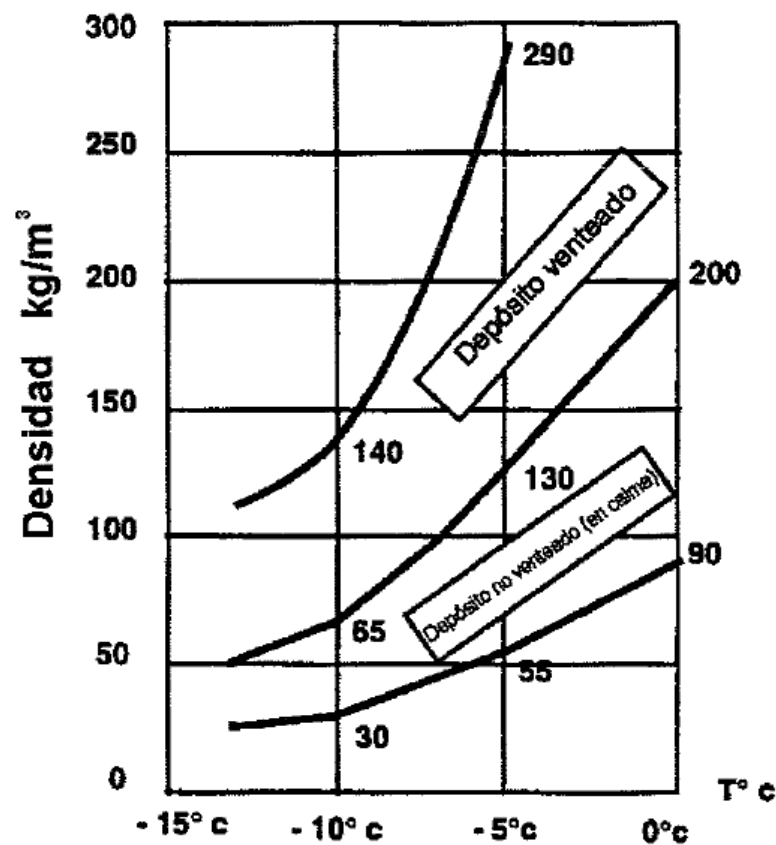
- Del **tamaño del cristal**
- Del **tipo (forma)**
- Del **grado de riming**
- De la **velocidad del viento**



La densidad de la nieve reciente en el Pirineo aragonés varía entre 60 y 300 kg/m^3 (en EEUU entre 10 y 350 Kg/m^3).

2. Experimento de densidad de nieve reciente

Variación de la densidad de la nieve reciente
en función de la temperatura y del viento (según Sergent, 1993)

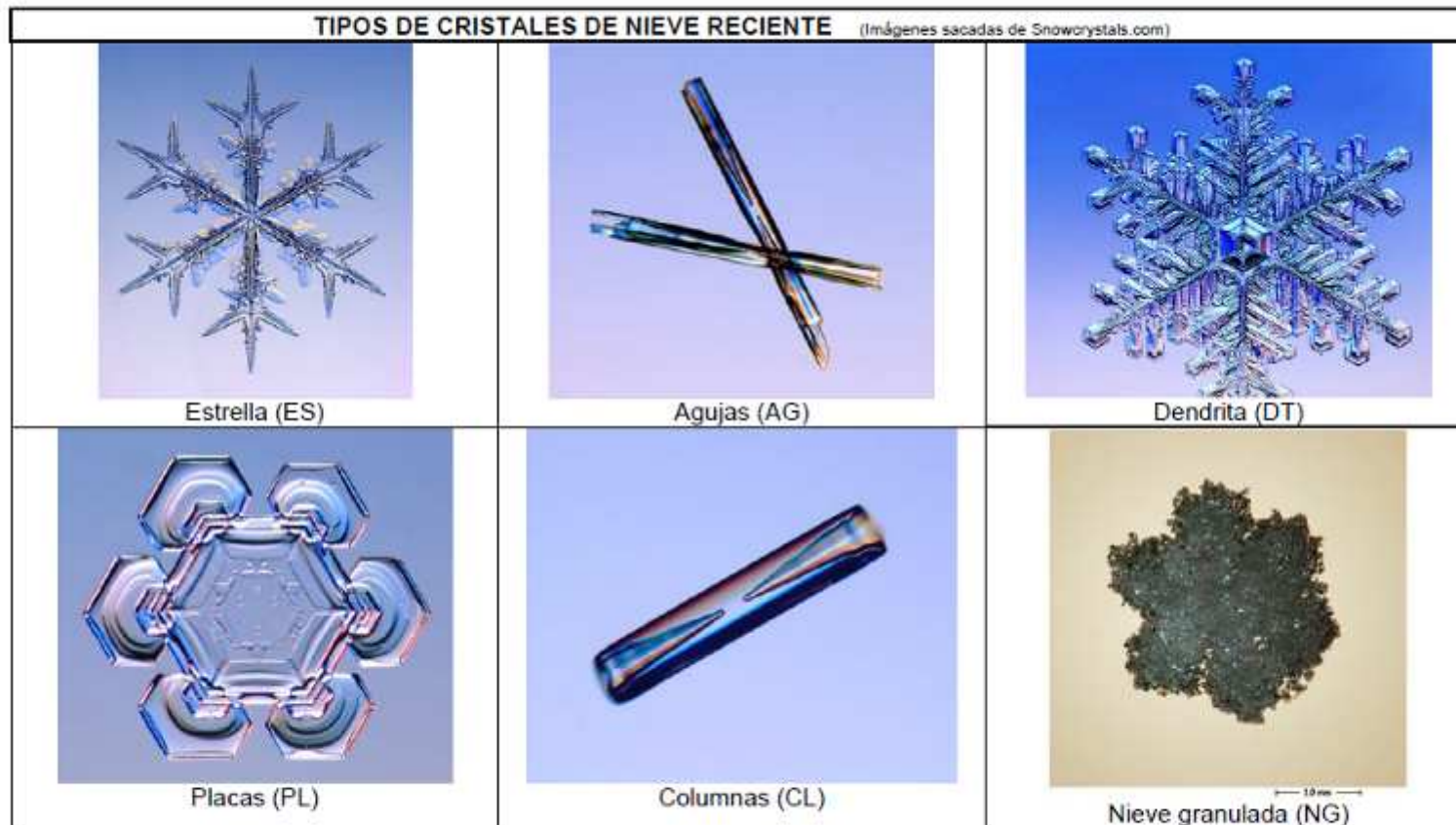


Metodología

1. **Medir la densidad*** de la nieve con el tubo de nieve y dinamómetro.
2. Tomar la **temperatura de la nieve reciente** introduciendo la sonda del termómetro, esperar a que se estabilice y anotar el resultado (TA).
3. Tomar la **temperatura del aire** dejando a la altura de la cabeza la sonda del termómetro, esperar a que se estabilice y anotar el resultado (TN).
4. Recoger una muestra de la nieve reciente y **distinguir los cristales** (TC), y **su tamaño** máximo de un extremo a otro (D). Anotar el resultado.
5. Anotar la **dirección** (dd) y **velocidad** (ff) **del viento** predominante. Utilizar el anemómetro de mano en caso de disponer. Anotar según clave anexa.
6. Fundir la nieve de la muestra y anotar su **contenido en agua líquida**. (CAL).

*Se realizará **durante la nevada** y cuando ésta alcance espesores de más de 10 cm. Si no fuese posible durante la nevada, no dejar pasar más de una hora desde que haya cesado de nevar. Si es posible repetir el proceso siguiente cuando la nevada supere espesores de 25 cm, 50 cm o más de 75 cm.

2. Experimento de densidad de nieve reciente



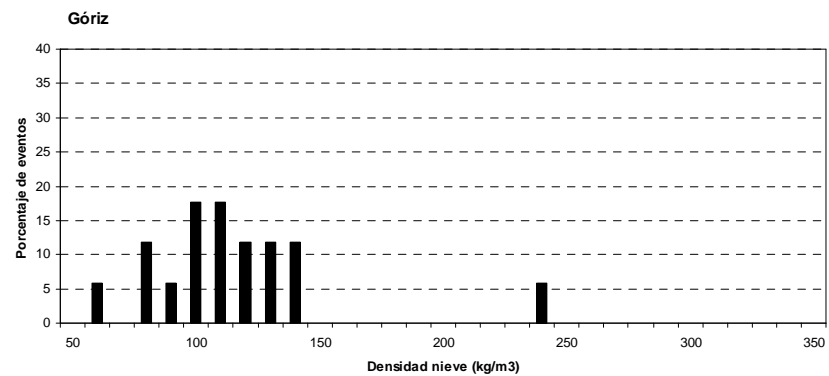
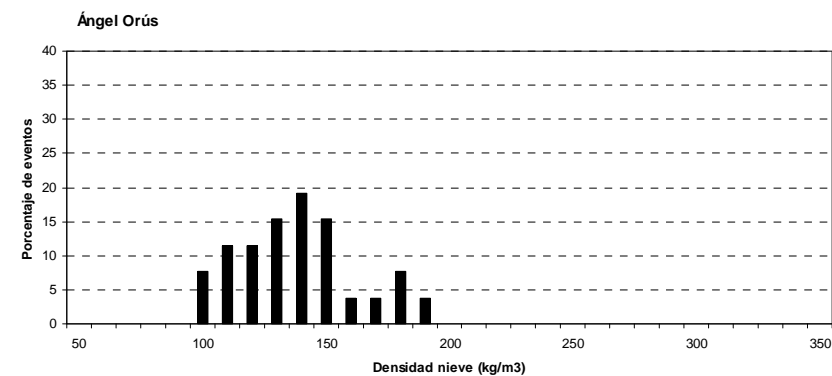
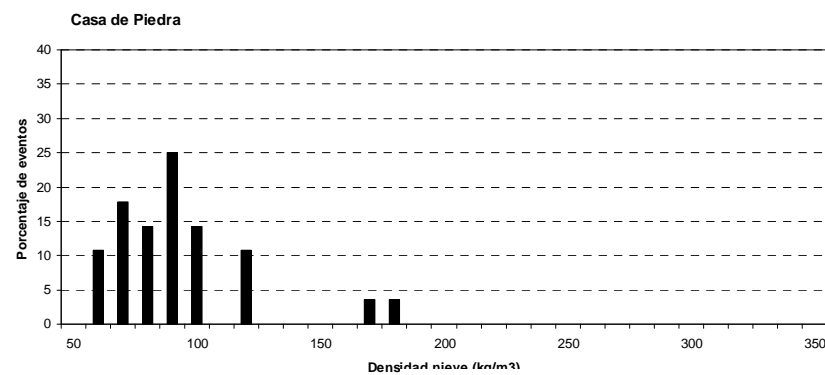
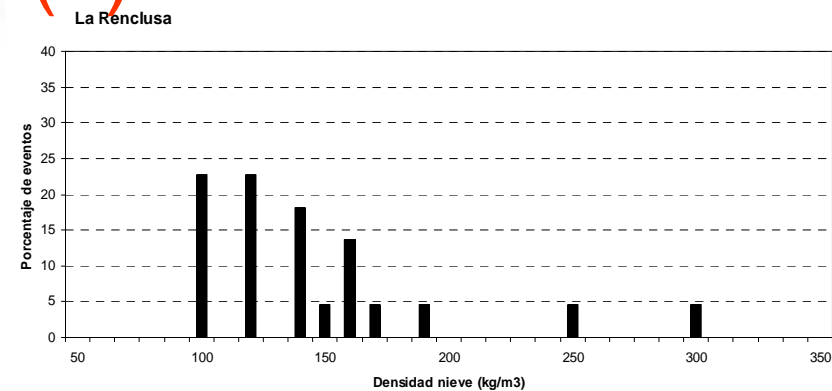
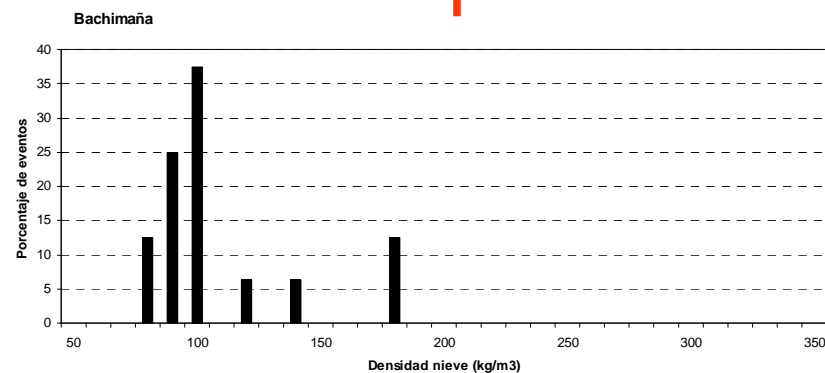
2. Experimento de densidad de nieve reciente

Construcción de Base de Datos (excel)

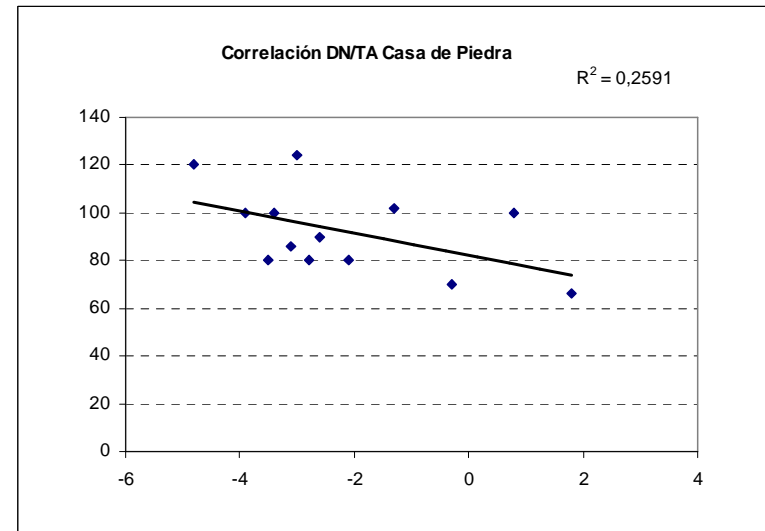
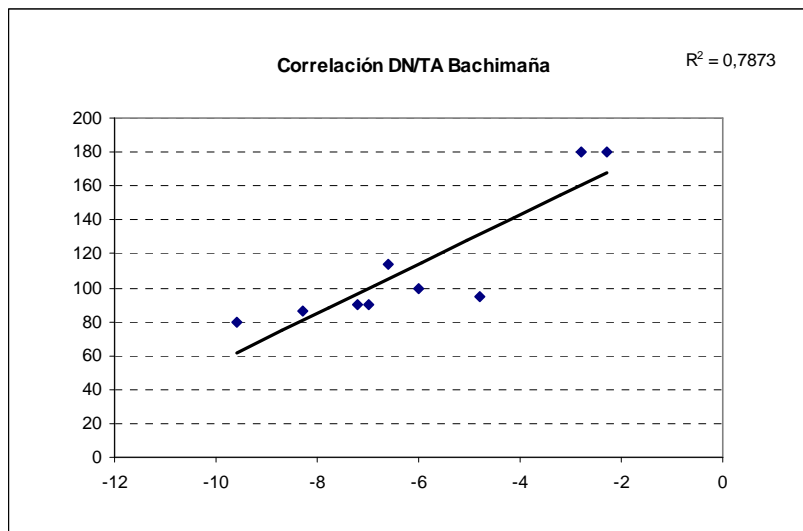
J48 - fx -6.1															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Indicat	Observatorio	Fecha	Hora	Altitud	Lugar	Orientación	DN	TN	TA	TC1	D1	TC2	D2	dd
2	08925	Angel Orús	13/01/2013	9:30	2148	Angel Orús	sur	110	-4.2	-5.4	fino	0.1			
3	08925	Angel Orús	14/01/2013	10:00	2148	Angel Orús	sur	110	-5.4	-7.9	granulada	2	fino		noreste
4	08925	Angel Orús	15/01/2013	9:30	2148	Angel Orús	sur	110	-3.6	-4.5	nieve reciente	1.5	partículas reconocibles		variable
5	08925	Angel Orús	15/01/2013	14:30	2148	Angel Orús	sur	120	-4.9	-7.8	fino		partículas reconocibles	1	norte
6	08925	Angel Orús	05/12/2012	9:00	2148	Angel Orús		130	-3.6	-6	nieve reciente	-			calma
7	08925	Angel Orús	19/01/2013	9:30	2148	Angel Orús		130	-0.5	-0.8	nieve reciente	-	partículas reconocibles	-	calma
8	08921	Bachimaña	11/02/2013	9:15	2190	Bachimaña	todas	80	-5.4	-9.6	nieve reciente	-			calma
9	08921	Bachimaña	06/02/2013	16:40	2190	Bachimaña	todas	86	-5.0	-8.3	dendrita	1.5			norte
10	08921	Bachimaña	21/01/2013	9:20	2190	Bachimaña	todas	90	-4.7	-7	nieve reciente	-			sur
11	08921	Bachimaña	21/01/2013	10:30	2190	Bachimaña	todas	90	-4.9	-7.2	particular reconocibles	4			calma
12	08921	Bachimaña	12/03/2013	12:30	2190	Bachimaña	todas	95	-2.4	-4.8	granulada	1.5	nieve reciente		calma
13	08921	Bachimaña	06/02/2013	13:00	2190	Bachimaña	todas	100	-2.7	-6	dendrita	1.5			norte
14	08921	Bachimaña	05/12/2012	10:30	2190	Bachimaña	todas	114	-4.6	-6.6	dendrita	1.5			norte
15	08921	Bachimaña	19/01/2013	9:00	2190	Bachimaña	todas	180	-0.8	-2.8	nieve reciente	-			sur
16	08921	Bachimaña	19/01/2013	10:00	2190	Bachimaña	todas	180	-0.8	-2.3	particular reconocibles	2			sur
17	08922	Casa de Piedra	01/02/2012	12:30	1636	Casa de Piedra	sur	66	0.0	1.8	granulada	3.5			calma
18	08922	Casa de Piedra	12/02/2013	9:15	1636	Exterior Refugio	sur	70	-0.1	-0.3	dendrita	2			calma
19	08922	Casa de Piedra	14/01/2013	10:05	1636	Casa de Piedra	norte	80	-2.7	-3.5	dendrita	1	granulada	2	calma
20	08922	Casa de Piedra	15/01/2013	11:15	1636	Casa de Piedra	norte	80	-1.7	-2.1	dendrita	1.5			calma
21	08922	Casa de Piedra	21/01/2013	9:30	1636	Casa de Piedra	sur	80	-1.5	-2.8	dendrita	1			calma
22	08922	Casa de Piedra	18/12/2011	10:45	1636	Casa de Piedra	sur	86	-1.6	-3.1	dendrita	1.5			sur
23	08922	Casa de Piedra	15/01/2013	14:25	1636	Casa de Piedra	norte	90	-1.4	-2.6	dendrita	1			este
24	08922	Casa de Piedra	29/01/2012	13:30	1636	Casa de Piedra	sur	100	-0.1	-3.9	dendrita	1			sur
25	08922	Casa de Piedra	16/01/2013	9:35	1636	Casa de Piedra	sur	100	-1.4	0.8	dendrita	1			calma
26	08922	Casa de Piedra	20/01/2013	9:40	1636	Casa de Piedra	sur	100	-3.0	-3.4	dendrita	1			norte
27	08922	Casa de Piedra	17/12/2011	12:45	1636	Casa de Piedra	sur	102	-0.2	-1.3	dendrita	1.5			oeste
28	08922	Casa de Piedra	05/02/2012	18:10	1636	Casa de Piedra	sur	120	-3.7	-4.8	granulada	1.5			calma
29	08922	Casa de Piedra	17/12/2011	17:45	1636	Casa de Piedra	sur	124	-1.1	-3	dendrita	1.5			sureste
30		Formigal	02/01/2012	11:00	2050	Formigal Batallero	norte	160	-1.0	-2.5	nieve reciente	2	partículas reconocibles	2	noroest
31	08917	Formigal Furco	24/01/2013	9:30	1800	Formigal Furco		80	-6.5	-5	nieve reciente	-	partículas reconocibles	-	noroest
32	08917	Formigal Furco	11/02/2013	9:30	1800	Formigal Furco		120	-9.2	-9	nieve reciente	-	partículas reconocibles	-	noroest
33	08917	Formigal Furco	21/01/2013	9:30	1800	Formigal Furco		160	-3.8	-4	partículas reconocibles	-	fino	-	noroest
34	08917	Formigal Furco	14/12/2012	9:30	1800	Formigal Furco		200	-0.8	-0.5	nieve reciente	-	partículas reconocibles	-	sur
35	08917	Formigal Furco	19/01/2013	9:30	1800	Formigal Furco		200	-0.1	0	partículas reconocibles	-	fino	-	sur
36	08926	Goriz	13/01/2013	9:00	2215	Goriz		60	-5.2	-5.2	nieve reciente	-	partículas reconocibles	-	norte
37	08926	Goriz	15/01/2013	10:00	2215	Goriz		80	-5.4	-7.2	nieve reciente	-	partículas reconocibles	-	sureste

2. Experimento de densidad de nieve reciente

Resultados preliminares (1)



Resultados preliminares (2)



Análisis de temporadas invernales

1. Red nivológica de AEMET: 18 estaciones en el Pirineo y la Ibérica.
2. Clave NIVOMET: Supervisión y corrección de datos.
3. Elaboración de informes (disponibles en <http://aragon.aemet.es/>):
 - Análisis sinóptico y termopluviométrico
 - Evolución del manto nivoso
 - Gráficas trimestrales (T^a , Pp, Viento)
 - Gráficas anuales (viento promedio)
 - Datos climáticos

3. Análisis de temporadas invernales



Climatological comparison of 2011-2012 and 2012-2013 snow seasons in Central and Western Spanish Pyrenees and its relationship with the North Atlantic Oscillation (NAO)

José Antonio Vada¹; Javier Rodríguez-Marcos¹; Samuel Buisán¹; Ismael San Ambrosio¹

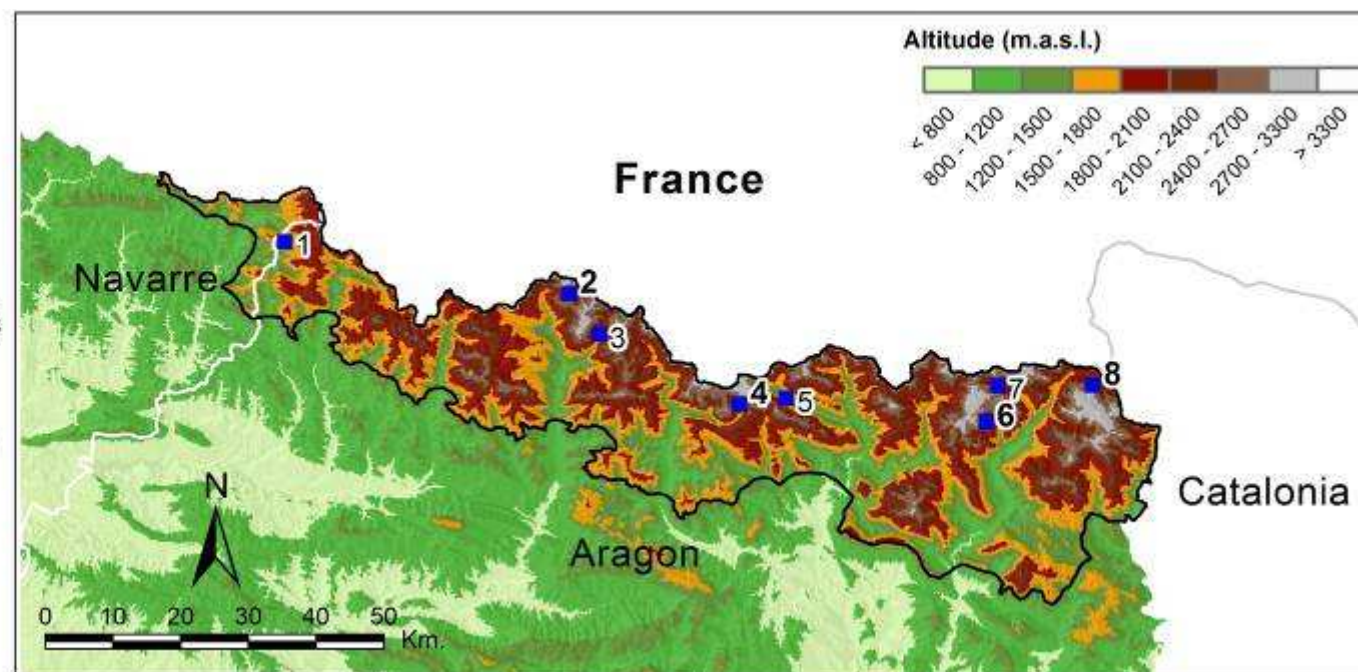
Affiliation¹: Spanish State Meteorological Agency (AEMET). Territorial Delegation in Aragon, Zaragoza, Spain

Área de estudio



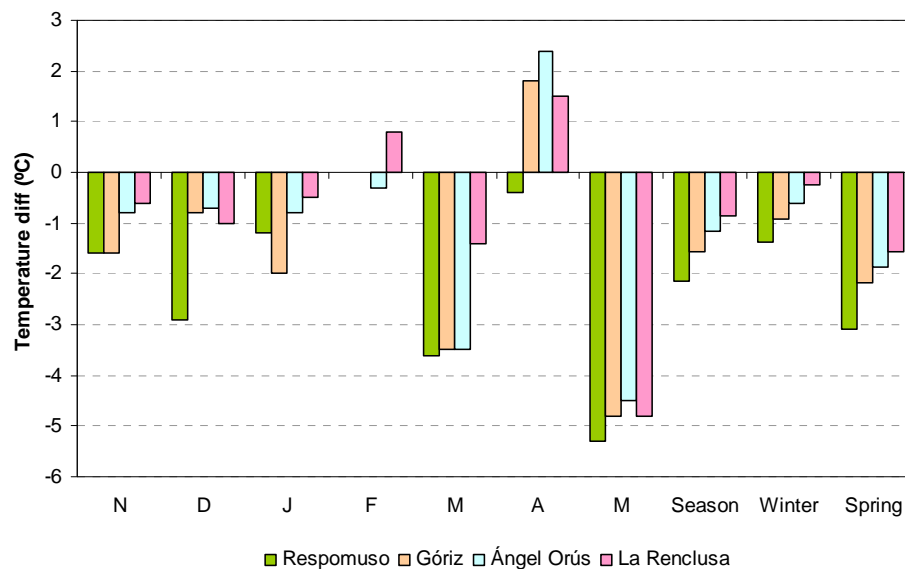
Nivometeorological stations

1. Linza (1340 m)
2. Respomuso (2200 m)
3. Casa de Piedra (1660 m)
4. Góriz (2215 m)
5. Pineta (1240 m)
6. Ángel Orús (2150 m)
7. Estós (1890 m)
8. Renclusa (2140 m)



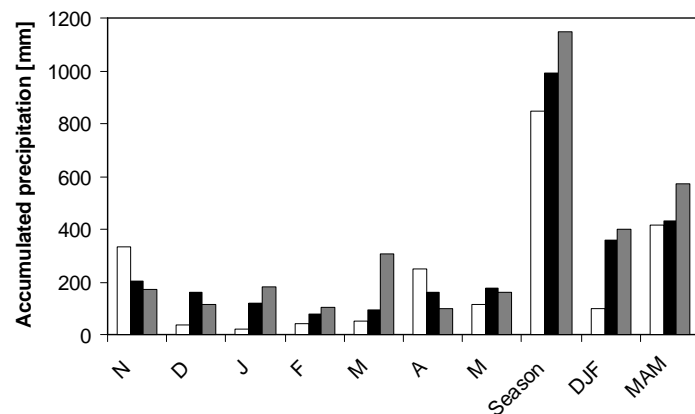
Temperaturas

Diferencia de temperatura media mensual, de invierno, primavera y de toda la campaña (2012/13 menos 2011/12).



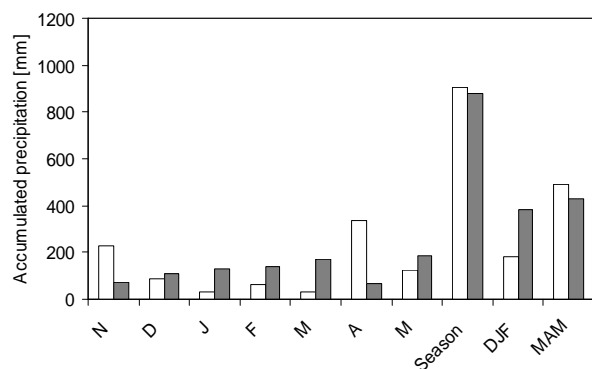
- En todos los observatorios la temporada 2012/13 fue más fría que la anterior.
- Las diferencias entre las dos temporadas son menores hacia el E.

Precipitación

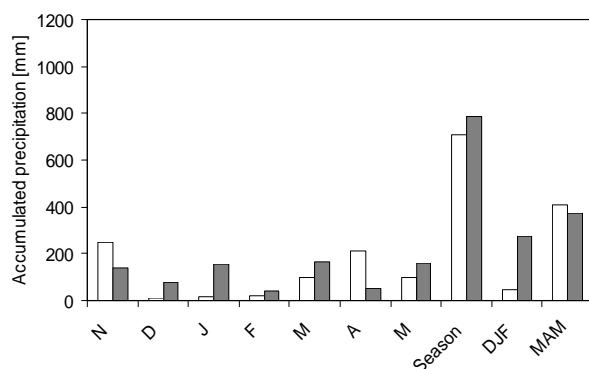


□ Góriz 11/12 ■ Góriz (1981-2011) ■ Góriz 12/13

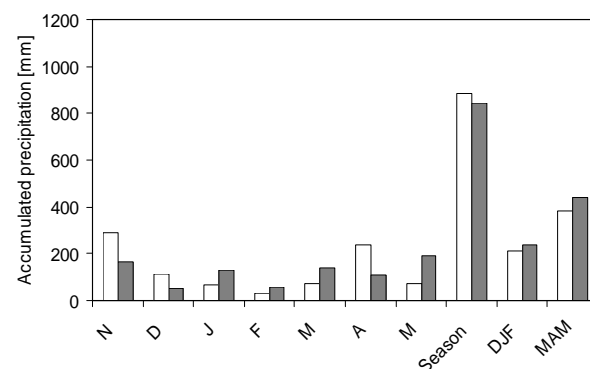
- Precipitación total muy similar en las dos temporadas.
- Diferente distribución temporal de las precipitaciones.
- En observatorios expuestos a flujos del S, mayor precipitación en el invierno 2012/13



□ Respomuso 11/12 ■ Respomuso 12/13

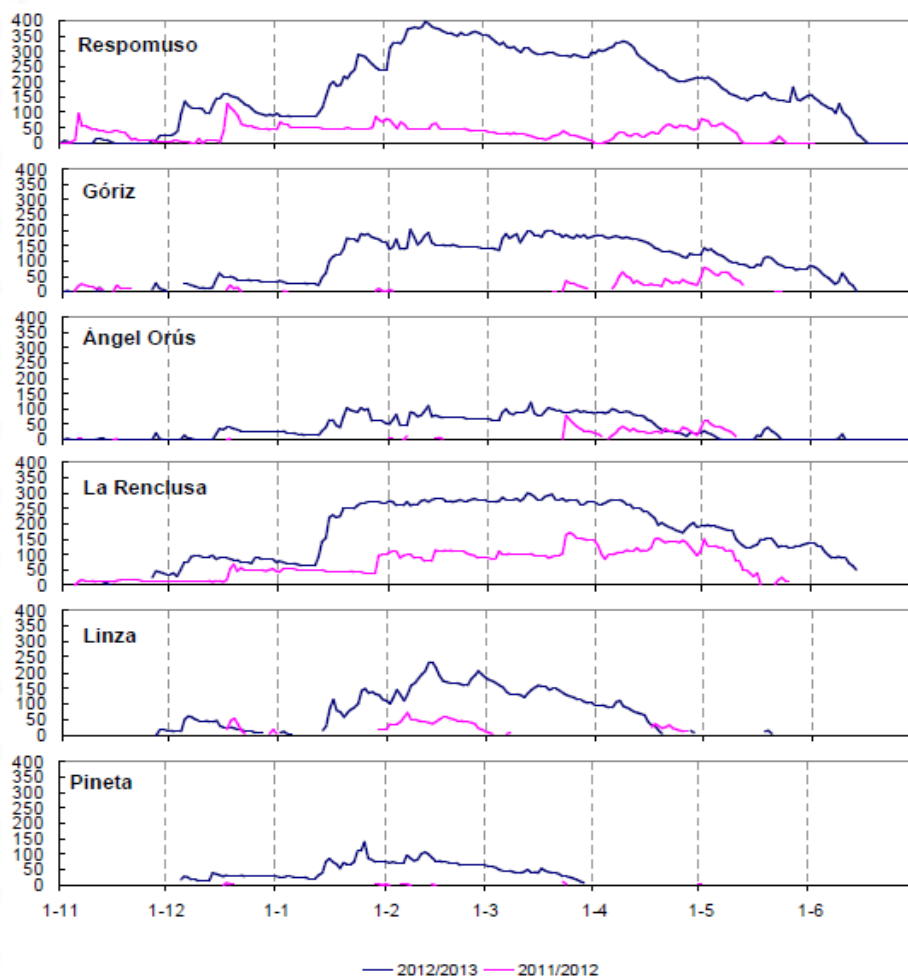


□ Orús 11/12 ■ Orús 12/13



□ Renclusa 11/12 ■ Renclusa 12/13

Manto nivoso



- La temporada 2012/13 presenta un manto bien consolidado ya desde los inicios de Diciembre.
- En la temporada 2011/12 sólo se encuentra un manto bien consolidado en áreas expuestas a flujos N y por encima de 2000 m.s.n.m.
- En observatorios expuestos a flujos S, y a menor altitud, el tanto por ciento de días con nieve en el suelo es mucho mayor en la temporada 2012/13.

3. Análisis de temporadas invernales

Station	T diff. (°C)	Pcp diff. (mm) (%)	Snowfall diff. (cm) (%)
Respomuso	-1.9	338 (257)	547 (331)
Góriz	-1.6	558 (468)	438 (534)
Ángel Orús	-1.3	288 (293)	262 (330)
Renclusa	-0.5	94 (134)	169 (150)
Estós	-1.7	307 (312)	234 (231)
Casa de Piedra	-1.5	669 (426)	644 (738)
Linza	-1.0	612 (215)	366 (276)
Pineta	-1.1	693 (555)	297 (843)

Figure 13. Differences in temperature, precipitation and snowfall of the winter season 2012/2013 compared with the winter season 2011/2012. 100 % would be the amount registered in 2011/2012.

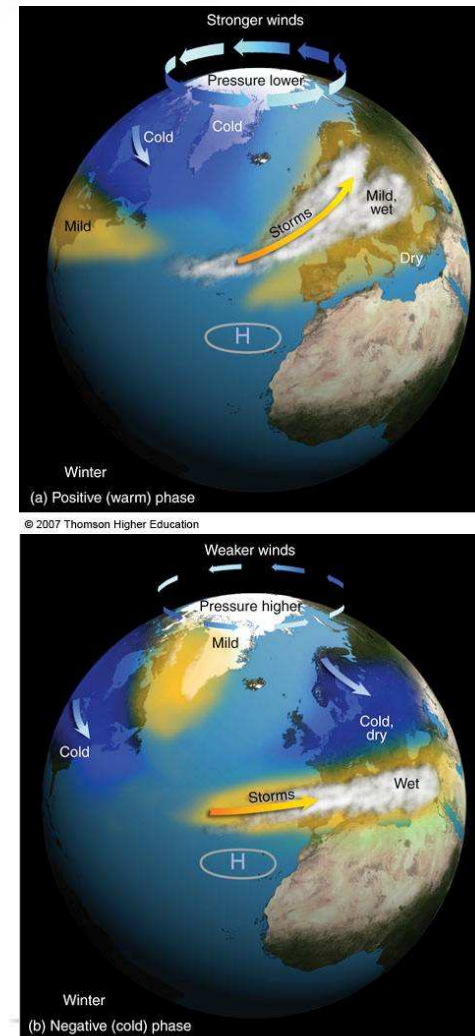
Manto nivoso

Weather Station	Season	Persistence (% of days)
Respomuso	2011/2012	88
	2012/2013	93
Góriz	2011/2012	40
	2012/2013	91
Ángel Orús	2011/2012	34
	2012/2013	75
La Renclusa	2011/2012	94
	2012/2013	91
Estós	2011/2012	37
	2012/2013	73
Casa de Piedra	2011/2012	25
	2012/2013	73
Linza	2011/2012	29
	2012/2013	67
Pineta	2011/2012	9
	2012/2013	55

Figure 7. Percentage of days with presence of snow on the ground.

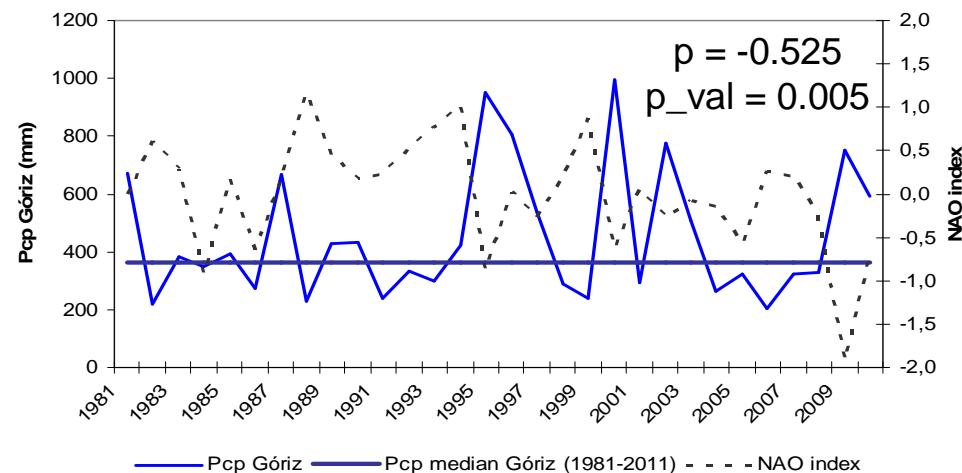
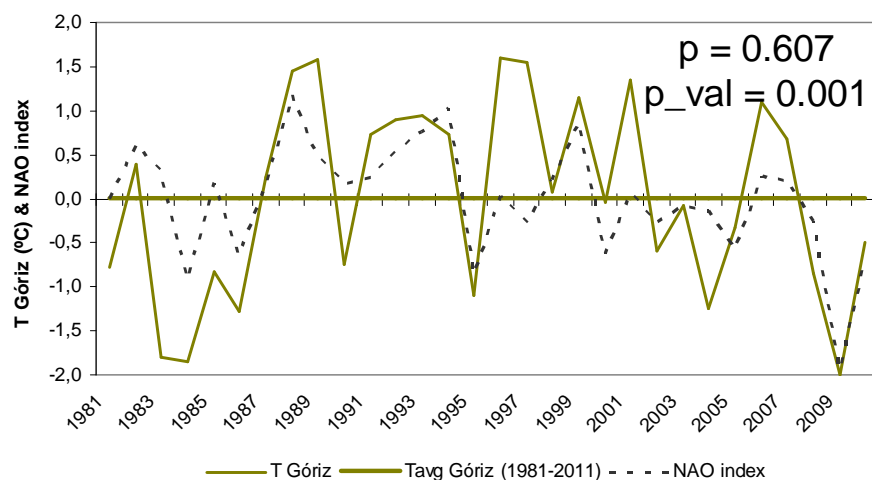
Relación con la NAO

- Controla la fuerza y dirección de los vientos del oeste y la formación de borrascas en el Atlántico Norte.
- Predecible a escala estacional (ej: próximo invierno) con un nivel razonable de confianza.
- Se podría utilizar su predicción estacional de cara a planificar las temporadas invernales.

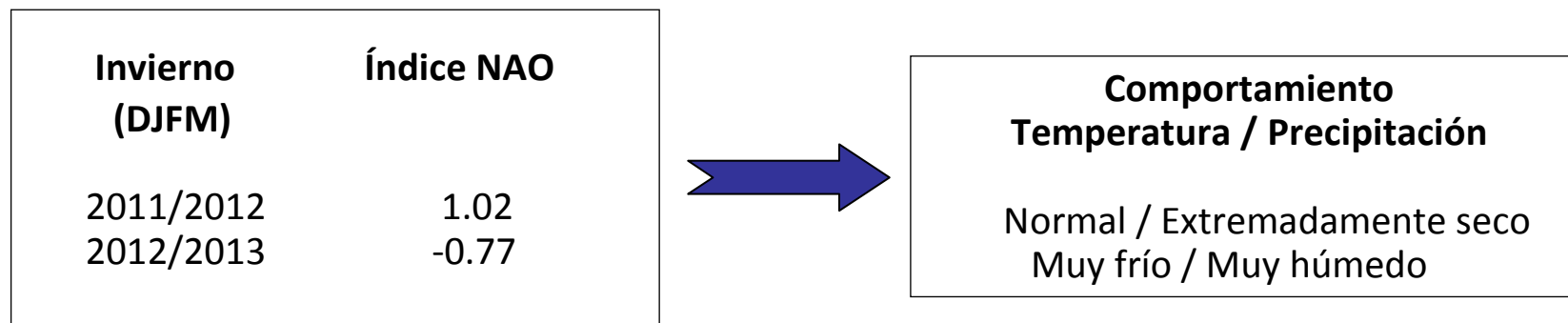


Relación con la NAO

Correlación muy clara entre la NAO de la temporada invernal y la evolución de la temperatura y la precipitación en Góriz, tanto en la serie normal (1981-2010) como en los dos últimos inviernos.



Relación con la NAO



Buena relación entre la NAO de la temporada invernal y variables del tiempo (T, Pp) en los observatorios analizados, con menor influencia en los que están más expuestos a flujos del N.

3. Análisis de temporadas invernales

